

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-50436

(43) 公開日 平成7年(1995)2月21日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 41/18				
H 0 3 H 9/25	C	7259-5J 9274-4M	H 0 1 L 41/18	1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-215091

(22) 出願日 平成5年(1993)8月5日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 小池 純

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 家木 英治

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 弁理士 中野 雅房

(54) 【発明の名称】 サファイア面上の酸化亜鉛圧電結晶膜

(57) 【要約】

【目的】

【外1】

(0112) 面

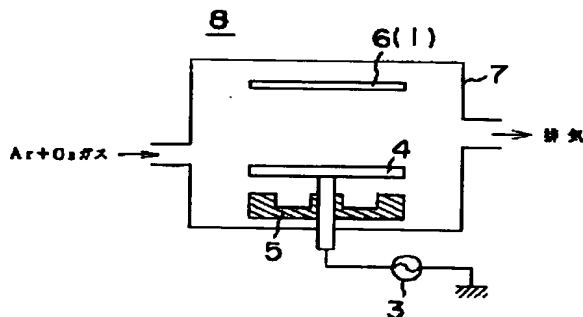
〔R面〕サファイア上に配向性のよい

【外2】

(1120) 面

ZnOエピタキシャル膜を形成する。

【構成】 RFマグネトロンスパッタリング装置8の容器7内にCuをドーブしたZnメタルターゲット4をセットすると共に容器7内にAr+O<sub>2</sub>ガスを導入し、ターゲット4に対向させてR面サファイア1を配置する。ターゲット4から飛び出たZn粒子はO<sub>2</sub>ガスと反応し、ZnO粒子及びCu粒子としてR面サファイア1の面上に付着し、Cuを含有したZnOエピタキシャル膜2となる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

【外 1】

(0112) 面

とほぼ平行なサファイア面上に Zn 95.5 重量部に対して Cu を 4.5 重量部以下の割合で添加した

【外 2】

(1120) 面

酸化亜鉛エピタキシャル膜を形成したことを特徴とするサファイア面上の酸化亜鉛圧電結晶膜。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はサファイア面上の酸化亜鉛圧電結晶膜に関する。具体的にいうと本発明は、弾性表面波 (SAW) デバイス用の基板材料として用いられる R 面サファイア上の酸化亜鉛圧電結晶膜に関する。

【0002】

【従来の技術】 表面に IDT (くし歯状) 電極を設けて弾性表面波 (SAW) デバイスを製造するための基板材料としては、

【外 3】

(0112) 面

カットサファイア ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) [以下、R 面サファイアという] の上に

【外 4】

(1120) 面

酸化亜鉛 (ZnO) [以下、Q 面 ZnO という] をエピタキシャル成長させたものがある。この基板材料にあっては、図 1 に示すように、R 面サファイア 1 の上に Q 面 ZnO エピタキシャル膜 2 が成長しており、ZnO エピタキシャル膜 2 の [0001] 方向 [以下、C 軸という] が R 面サファイア 1 の

【外 5】

[0111] 方向

[以下、D 軸という] と平行な向きを向いている。すなわち、この基板材料は、つぎの数 1 で表わすような構造をもっており、高音速、高結合な弾性表面波デバイス用の基板材料として知られている。

【0003】

【数 1】

(1120) ZnO // (0112)  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ [0001] ZnO // [0111]  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 

【0004】 R 面サファイア 1 上に ZnO エピタキシャル膜 2 を成長させて上記のような基板材料を作製する方法としては、従来にあっては、化学輸送法や CVD 法、スパッタ法などが用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、例えばスパッタリングによって純粋な ZnO を R 面サファイア

2

1 上に形成した場合、C 軸が R 面サファイア 1 の表面と平行に成長し、ある程度の配向性が得られるが、弾性表面波デバイス用の基板材料として用いるためには、その配向性が不十分であった。このため、ZnO エピタキシャル膜 2 の圧電性が不十分となり、電気機械結合係数などの特性が所望の値よりも小さいという問題があった。

【0006】 本発明は叙上の従来例の欠点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、R 面サファイアの面上に配向性のよい Q 面 ZnO エピタキシャル膜を形成することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明のサファイア面上の酸化亜鉛圧電結晶膜は、R 面とほぼ平行なサファイア面上に Zn 95.5 重量部に対して Cu を 4.5 重量部以下の割合で添加した Q 面 ZnO エピタキシャル膜を形成したことを特徴としている。

【0008】

【作用】 本発明にあっては、ZnO 中の Zn が 95.5 重量部に対して Cu を 4.5 重量部以下の割合で添加して R 面とほぼ平行なサファイア面上に Q 面 ZnO エピタキシャル膜を形成したところ、配向性が向上し、配向性の高い Q 面 ZnO エピタキシャル膜を得ることができた。

【0009】

【実施例】 本発明による基板材料は、図 1 に示したように R 面サファイア 1 の上に Q 面 ZnO エピタキシャル膜 2 を成長させたものであって、ZnO エピタキシャル膜 2 の C 軸が R 面サファイア 1 の D 軸と平行となっている。ここで、ZnO エピタキシャル膜 2 は純粋な ZnO でなく、ZnO 中の Zn が 95.5 重量部に対して (有意量以上) 4.5 重量部以下の Cu が添加されている。この割合で Cu を添加された ZnO エピタキシャル膜 2 では、配向性のよい結晶膜が得られる。

【0010】 R 面サファイア 1 上に Cu を少量含有した Q 面 ZnO エピタキシャル膜 2 を形成する方法としては、化学輸送法、CVD 法、スパッタ法などがある。このうちスパッタ法によれば、表面平坦性が良く、結晶的にも良質な ZnO エピタキシャル膜 2 をより低温で得ることができる。

【0011】 図 2 はスパッタ装置の 1 つである RF マグネトロンスパッタリング装置 8 を示す概略図であって、高周波 (RF 周波数帯) 電源 3 に接続されたターゲット 4 の下面にはマグネット 5 が置かれ、ターゲット 4 に対向させて試料 6 (R 面サファイア 1) が配置される。また、容器 7 内には Ar + O<sub>2</sub> ガス又は Ar ガスが導入される一方、ポンプによって容器 7 内のガスが強制排気されている。しかして、ターゲット 4 として所定量の Cu をドーブした Zn メタルターゲットを用いると共に容器内に Ar + O<sub>2</sub> ガスを導入し、このターゲット 4 を Ar 粒子で叩いてターゲット 4 から Zn 粒子及び Cu 粒子を

飛び出させ、飛び出したZn粒子をO<sub>2</sub>ガスと反応させてZnOとし、ZnO粒子及びCu粒子を試料としてセットしたR面サファイア1の面上に付着させ、Cuを少量含有したZnOエピタキシャル膜2を得ることができる。あるいは、ターゲット4として所定量のCuをドーブしたZnOセラミックターゲットを用いると共に容器内にArガスを導入し、このターゲット4をAr粒子で叩き、ターゲット4から飛び出したZnO粒子及びCu粒子を試料(R面サファイア1)6の面上に付着させ、Cuを少量含有したZnOエピタキシャル膜2を得ることができる。

【0012】なお、以上に述べたR面サファイアとは、厳密にいえば

【外6】

(0112)面

であるが、実際においてはR面に対して±2%程度の製造ばらつきがあり、その程度のばらつき内では同じ効果が得られる。すなわち、サファイアのカット面が±2%程度ずれても配向性の良いQ面ZnOエピタキシャル膜が得られる。また、上で示したCu添加物のドーブ量はターゲット中での値であるが、スパッタではターゲットの組成と膜の組成はほぼ一致するため、ZnOエピタキシャル膜中のZnに対するドーブ量と言える。

【0013】〔具体的な実施例と従来例〕本発明の効果を確認するため、Cuを添加されたZnOエピタキシャル膜を有する実施例のサンプル基板と純粋なZnOエピタキシャル膜を有する従来例のサンプル基板とを作製した。まず、ターゲットとしてCuをドーブしたZnメタルターゲットを用い、図2で説明したようなRFマグネ

\*た。スパッタ条件としては、RF電力、基板加熱温度、ガス(Ar:O<sub>2</sub>=50:50)の圧力を変化させた。また、ターゲットに含有されているCuの含有量も変化させた。

【0014】一方、純粋なZnメタルターゲットを用い、RFマグネトロンスパッタリング装置により実施例と同様な種々のスパッタ条件下でR面サファイア上にZnOエピタキシャル膜を形成し、従来例のサンプル基板を作製した。

10 【0015】〔評価方法〕こうして作製した実施例及び従来例の各サンプル基板のZnOエピタキシャル膜は、X線ディフラクトメータ法を用いて評価した。これはサンプル基板にX線を照射して得られた回折波により結晶性を評価するものである。今回のZnOエピタキシャル膜においては、サンプル基板に平行な結晶面、すなわちZnOエピタキシャル膜のQ面からの回折波によるピークが得られ、そのピークの強度が強いほど配向性がよい。言い換えると、結晶面が平行に揃った良質な膜であることを示す。さらに、このピーク強度の強さは、図3に示すように、ピーク強度の1/2の高さで切った回折強度

20 曲線の幅、すなわち半値幅[ZnO・Q面回折ピーク半値幅]によって評価した。

【0016】〔結果〕純粋なZnターゲットを用いて従来例のサンプル基板を作製した場合と、Cuを2wt%ドーブしたZnターゲットを用いて実施例のサンプル基板を作製した場合におけるRFパワー、基板温度及びガス圧の各条件と、X線ディフラクトメータ法により分析した各サンプル基板のZnO・Q面ピーク半値幅の値を次の表1に示す。

30 【0017】

【表1】

RFパワー (kW)	基板温度 (℃)	ガス圧 (Torr)	Zn(1120)面ピーク半値幅(°)	
			Znターゲット	Zn-Cuターゲット
2.2	200	5×10 <sup>-3</sup>	1.5	1.10
2.2	250	5×10 <sup>-3</sup>	1.3	0.65
1.0	150	5×10 <sup>-3</sup>	2.4	1.26
1.0	200	5×10 <sup>-3</sup>	2.0	1.13
1.0	250	5×10 <sup>-3</sup>	1.1	0.44

(Cu: 2wt%)

【0018】表1より同じ条件における従来例と実施例の対応するサンプル基板同志では、従来例のサンプル基板よりCuをドーブした実施例のサンプル基板のほうが回折ピークの半値幅が小さく、結晶的に優れていることが分かる。また、このようなZnO/サファイアを弾性

表面波デバイス用の基板材料として用いる場合、実用的には回折ピークの半値幅が0.8°程度より小さいことが必要であるが、純粋なZnターゲットを用いた従来例のサンプル基板では表1中の全ての条件において実用性のあるものは得られていない。これに対しCuをドーブ

した実施例のサンプル基板の場合には、適当な条件を選択すれば、十分に実用性のあるZnOエピタキシャル膜を得ることができる。

【0019】表2は表1の条件中で最もZnO・Q面回折ピークの半値幅が小さいスパッタ条件(RFパワー1.0kW、基板温度250℃、ガス圧 $5 \times 10^{-3}$ Torr)において、ZnO中のZnに対するCuの添加量を0～5wt%（つまり、Zn100～95重量部に対しCuを0～5重量部）の間で変化させた時の回折ピークの半値幅を示す。また、図4は表2をグラフに表わしたものである。

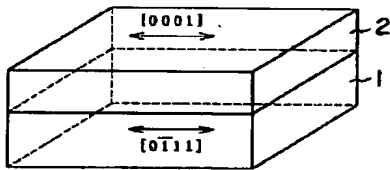
【0020】

【表2】

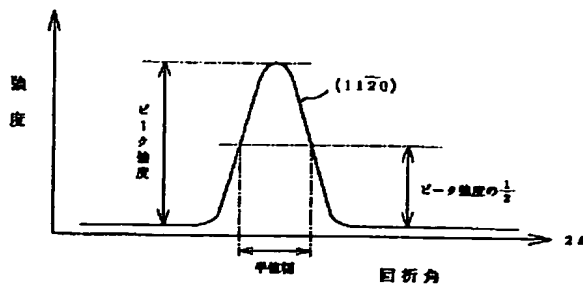
Cu添加量 (wt%)	Zn(11 $\bar{2}$ 0)面 ピーク半値幅(°)
0	1.1
1	0.40
2	0.44
4	0.87
5	1.28

(RFパワー: 1.0kW)  
(基板温度: 250℃)  
(ガス圧:  $5 \times 10^{-3}$ Torr)

【図1】



【図3】



【0021】表2及び図4よりCuの添加量が4.5wt%以下であれば、CuをドーピングしていないZnOに比べて配向性が良くなることが分かる。

【0022】

【発明の効果】本発明によれば、R面サファイア等の表面に配向性の高いQ面ZnOエピタキシャル膜を形成することができる。この結果、十分な圧電性を示すZnOエピタキシャル膜を得ることができ、電気機械結合係数などの特性も向上するので、本発明によれば、弾性表面波デバイス用の基板として実用的なものを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】R面サファイアの上に形成されたQ面ZnOを示す斜視図である。

【図2】RFマグネトロンスパッタリング装置を示す概略断面図である。

【図3】回折強度曲線の半値幅の定義を説明するための図である。

【図4】Cuの添加量を0～5wt%の範囲内で変化させた時の回折ピークの半値幅の変化を示す図である。

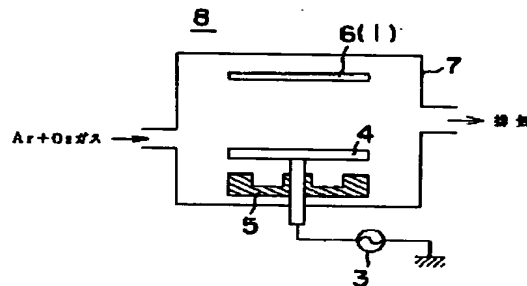
【符号の説明】

1 R面サファイア

2 Q面ZnO

8 RFマグネトロンスパッタリング装置

【図2】



(5)

特開平7-50436

【図4】

